



Práctica 6: CAMPO MAGNÉTICO PRODUCIDO POR BOBINAS

1 Objeto de la práctica

En esta práctica se medirá el campo magnético a lo largo del eje de una bobina cilíndrica (solenoides) y se estudiará su dependencia con la intensidad de corriente y con diferentes parámetros geométricos como la longitud de la bobina, su radio y el número de espiras.

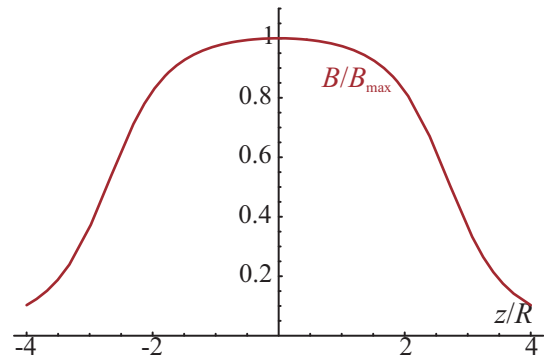
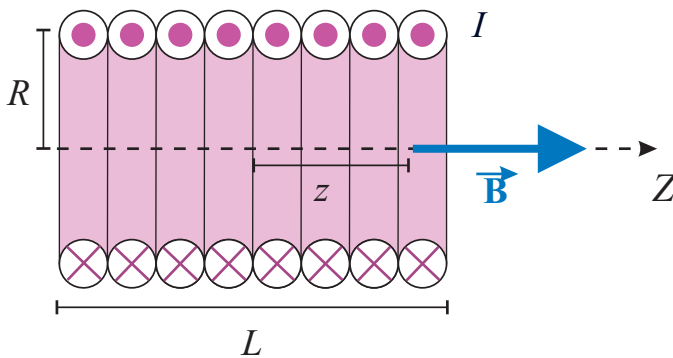
2 Fundamento teórico

Una bobina cilíndrica o solenoide es un alambre enrollado en forma de hélice con espiras muy próximas entre sí. En la región rodeada por sus espiras el campo magnético es intenso y uniforme.

El campo magnético en un punto del eje de la bobina se calcula a través de la ley de Biot-Savart y el resultado viene dado por la expresión

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 IN}{2L} \left[\frac{z + L/2}{\sqrt{R^2 + (z + L/2)^2}} - \frac{z - L/2}{\sqrt{R^2 + (z - L/2)^2}} \right] \vec{k} \quad (1)$$

siendo z la distancia al centro de la bobina, I la intensidad que circula por ella, L la longitud, R el radio, N el número de vueltas y μ_0 la permeabilidad del vacío ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$).



Campo de una bobina

En la gráfica se representa el valor del campo magnético en función de la distancia al centro de la bobina para el caso que $L > R$. El campo en el interior es casi constante excepto en los extremos.

El valor del campo magnético en el centro de la bobina ($z = 0$) es:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 NI}{2\sqrt{R^2 + (L/2)^2}} \vec{k} \quad (2)$$

Si la longitud de la bobina es mucho mayor que su radio $L \gg R$, el campo magnético en el centro de la bobina ($z = 0$) adquiere el siguiente valor

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} = \mu_0 n I \quad (3)$$

siendo n la densidad de espiras (el número de vueltas por unidad de longitud).

3 Descripción del instrumental

Para la realización de la práctica son necesarios los siguientes aparatos:

- Fuente de tensión de corriente continua regulable.
- Amperímetro.
- Resistencia de choque.
- Bobinas.
- Teslámetro digital con su correspondiente sonda Hall, necesario para medir los campos magnéticos producidos.
- Carril graduado por el que puede deslizarse el soporte de la sonda, permitiendo situar ésta en los puntos de medida.

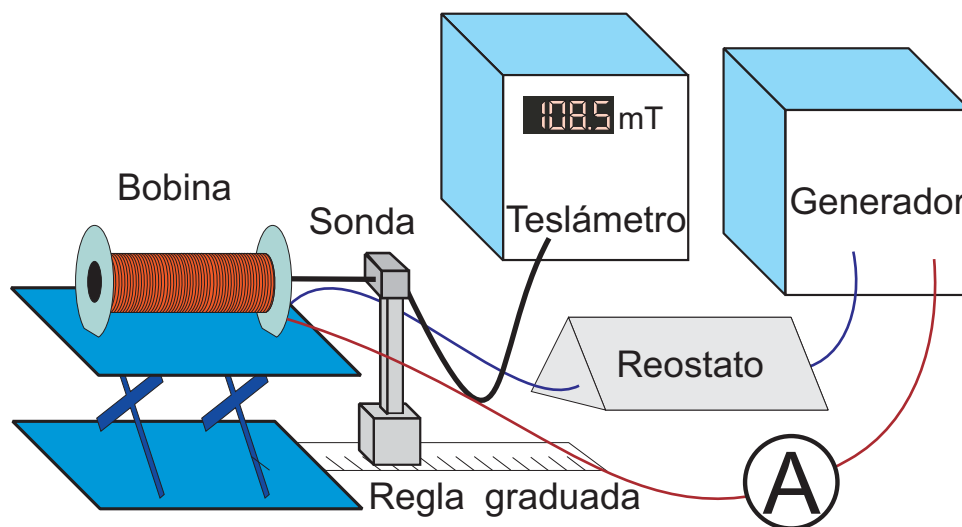


Figura 1: Esquema del dispositivo experimental.

4 Realización de la práctica

4.1 Medidas en el laboratorio

- Las bobinas deben manipularse cogiéndolas por los extremos, **nunca** por los hilos conductores.
- Cuando se tenga que modificar el valor de la corriente de la bobina se realizará **variando (aumentando o disminuyendo) el voltaje del generador** y la medida de dicha intensidad se realizará en el amperímetro.
- Cada vez que se tenga que **cambiar de bobina se pondrá a cero el voltaje del generador**.

4.1.1 Dependencia del campo magnético con la corriente

1. Móntese el circuito formado por el generador, la resistencia de choque, la bobina 300 espiras (*wdg*) y 26 mm de diámetro y el amperímetro conectado a la escala de 1 amperio.
2. Sitúese la sonda (su extremo) en la entrada de la carcasa de la bobina y anótese la posición de la sonda (s_1). Desplácese la sonda hasta el otro extremo de la carcasa y anótese la posición (s_2).

3. Póngase a cero el teslámetro.
4. Desplácese la sonda hasta el centro de la bobina. Hágase circular una corriente de 0.2 A por la bobina y mídase el campo magnético.
5. Sin mover la sonda de su posición, mídase el campo magnético en el centro de la bobina para los siguientes valores de intensidad de corriente: 0.4, 0.6, 0.8 y 1 A.

4.1.2 Dependencia del campo magnético con la posición

1. Móntese el circuito formado por el generador, la resistencia de choque, la bobina de 300 espiras (wdg), 41 mm de diámetro y $L = 16$ cm de longitud y el amperímetro conectado a la escala de 1 amperio.
2. Sitúese la sonda (su extremo) en la entrada de la carcasa de la bobina y anótese la posición de la sonda (s_1). Desplácese la sonda hasta el otro extremo de la carcasa y anótese la posición (s_2).
3. Si fuese necesario, póngase a cero el teslámetro.
4. Sitúese la sonda (su extremo) en el centro de la bobina y anótese la posición de la sonda (s_0).
5. Hágase circular una corriente de 1 A por la bobina. Desplácese la sonda 12 cm a la derecha ($z = 12$) y mídase el campo magnético.
6. Desplácese la sonda de 2 en 2 cm, acercándose a la bobina, y mídase el campo magnético en 12 puntos más a lo largo del eje de la bobina, de forma que el séptimo punto coincida con el centro.

4.1.3 Dependencia del campo magnético con la densidad de espiras, n

1. Móntese el circuito formado por el generador, la resistencia de choque, la bobina de 75 espiras (wdg) y 26 mm de diámetro y el amperímetro conectado a la escala de 1 amperio.
2. Sitúese la sonda en el centro de la bobina teniendo en cuenta que su longitud es $L = 16$ cm.
3. Hágase circular una corriente de 1 A por la bobina. Mídase el campo magnético en el centro de la bobina.
4. Repítase los pasos anteriores para la bobina de 150 espiras y 26 mm de diámetro, cuya longitud es $L = 16$ cm.
5. Para la bobina de 300 espiras y 26 mm de diámetro (longitud $L = 16$ cm), cópiese el valor del campo magnético correspondiente a una corriente de 1 A del apartado **4.1.1**

4.2 Análisis de los datos

4.2.1 Dependencia del campo magnético con la corriente

1. Representétese gráficamente B frente a I .
2. Calcúlese la recta que mejor se ajusta a las medidas experimentales

$$B = a + bI$$

si se compara con la expresión (2) debería ser

$$a \simeq 0 \quad ; \quad b = \frac{\mu_0 N}{2\sqrt{R^2 + (L/2)^2}}$$

3. Representétese la recta de mínimos cuadrados en la misma gráfica anterior.
4. A partir de la pendiente de la recta, calcúlese el valor de la permeabilidad en el vacío.
5. Compárese el valor obtenido en el apartado **4** de la permeabilidad del vacío con el valor real $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T·m/A. ¿Qué error relativo se ha obtenido?

4.2.2 Dependencia del campo magnético con la posición

1. Representétese gráficamente B frente a z .
2. Calcúlese el valor del campo magnético en el centro de la bobina mediante la expresión (3).
3. Compárese con el valor medido en el laboratorio en el centro de la bobina, es decir, calcúlese el error relativo que se cometería si se aproxima el campo en el centro por el obtenido en la expresión (3).

4.2.3 Dependencia del campo magnético con la densidad n

1. La expresión (3) relaciona el campo magnético B con la densidad de espiras n .

4.3 Cuestiones relativas a la realización de la práctica

1. ¿Se verifica la dependencia lineal entre B y n ?
2. Si en vez de una bobina con 300 vueltas y 26mm de diámetro tuviéramos una sola espira del mismo diámetro, pero por la que circulara 300 amperios, el campo magnético en el centro, ¿sería mayor o menor que con la bobina?